

Environmental degradation
of the Czarna Wiselka
and Biała Wiselka catchments,
Western Carpathians
Ed. Stanisław Wróbel
Studia Naturae (1998) 44: 145–170

Benthic macroinvertebrates in the acidified headstreams of the Vistula River

Bezkęgowce bentosowe źródlowych potoków Wisły
w warunkach zakwaszenia

Bronisław SZCZĘSNY

Institute of Nature Conservation, Polish Academy of Sciences, 46 Lubicz St., 31-512 Kraków

Abstract: The studies in 1988–1991 concentrated on the general recognition of macroinvertebrates populating the stream bed of the Biała Wiselka and Czarna Wiselka, i.e. the species composition, longitudinal distribution and deterioration of fauna caused by water acidification. In 1993–1994, the problem of changes in the benthic fauna composition of the Czarna Wiselka were studied while under an experimental neutralization involving dolomite.

A total of 40,908 macroinvertebrates of 12 orders were found in 225 quantitative samples taken at 15 field sites in both streams and their affluents. Almost 90% of the individuals were insects, mainly stoneflies and flies. Stoneflies outnumbered the fauna in all stretches of the studied streams, except for the lower course of Biała Wiselka, i.e. at 14 out of the 15 studied stations. In 11 separate events their predominance exceeded 50% of all macroinvertebrates. This phenomenon seems to be a characteristic of acidified streams. It also characterizes the aquatic environment of the drainage area of the streams.

Acidification also resulted in a reduction in the numbers of mayfly and caddis fly species that were observed at stretches with a lower pH value. At stations with a very low pH (<5), mayflies completely vanished, as did as molluscs, crustaceans, leaches and many other sensitive taxa; this was noted at the uppermost sections of Czarna Wiselka.

A distinctly positive reaction of benthic fauna (i.e. increase in abundance) was observed six weeks after dolomite neutralization. Following snowmelt runoff in the spring of the next year (May), population totals did not differ very much from the average results noted in the previous spring seasons.

Key words: macroinvertebrates, acidification, dolomiting, mayflies, caddis flies, Western Carpathians.

Treść: Badania nad makrobezkęgowcami bentosowymi Czarnej Wiselki i Białej Wiselki, prowadzone w latach 1988–1991, ukierunkowane były głównie na rozpoznanie składu gatunkowego, rozszedlenia z biegiem potoków i degradacji fauny spowodowanej zakwaszeniem środowiska wodnego. W latach 1993–1994 śledzono zmiany w faunie bentosowej wywołane eksperymentalnym zobojętnianiem zakwaszonej wody Czarnej Wiselki za pomocą dolomitowania dna potoku.

W 225 próbach ilościowych pobranych na 15 stanowiskach w dorzeczu obu Wisłek zebrano około 41 000 bezkęgowców należących do 12 rzędów. Owady, głównie widelnice i muchówki, stanowiły około

90% zebranych osobników. Widelnice były najliczniejszą grupą na każdym z badanych stanowisk z wyjątkiem jednego, usytuowanego w dolnym biegu Białej Wisielki; aż na 11 stanowiskach ich udział przekraczał 50% całości fauny. Przewaga liczebna widelnic w faunie bezkręgowców bentosowych wydaje się być cechą charakterystyczną dla potoków zakwaszonych i tak też należałoby interpretować to zjawisko w odniesieniu do dorzeczy obu Wisielek.

Przejawem zakwaszenia była także zredukowana liczba gatunków jętek i widelnic, co obserwowano na odcinkach o niskich wartościach pH. Na stanowiskach, gdzie odczyn wody był niższy od pH 5, np. górny odcinek Czarnej Wisielki, nie znaleziono zwierząt wrażliwych na zakwaszenie: jętek, mięczaków, skorupiaków, pijawek i innych.

Po zastosowaniu dolomitowania zaobserwowano pozytywną reakcję fauny bentosowej (wzrost liczebności). Natomiast w okresie tajania śniegu (maj) roku następnego, skład gatunkowy i liczebności fauny nie odbiegały od przeciętnych dla tego okresu z lat poprzedzających eksperyment.

1. Introduction

Until the late eighties, the knowledge of the benthic invertebrate fauna in the Czarna Wisielka and the Biała Wisielka (spring streams of the Vistula River) was poor. The only paper (Mikulski, 1950) concerned mayflies, and was based on the material gathered in 1936 and 1938.

In 1958, a nature reserve for the protection of the brown trout (*Salmo trutta* m. *fario* L.) was established in the catchment of the Biała Wisielka and the Czarna Wisielka.

In 1979, the author revealed that in the lower stretch of the Czarna Wisielka there were no mayflies, a very poor amount of caddisfly fauna, and a generally low abundance of other benthic macroinvertebrates. On May 17th, during a one-hour of sampling, only 2 larvae of *Plectrocnemia conspersa* (Curt.) were found. The scarcity of caddisfly larvae – as well as mayfly – in a typically large beskidian stream was both astonishing and difficult to explain. At the same time, the caddisfly fauna in the lower stretch of the Biała Wisielka was abundant (Szczęsny 1986). However, in 1986, the discovery of acidic streams in the Świętokrzyski National Park led to the supposition that acidification might be responsible for the impoverishment of the fauna in the Czarna Wisielka as well. This hypothesis was confirmed by chemical (Wróbel, Wójcik 1989) and biological (Szczęsny 1989) studies conducted there in 1988. Water acidification also resulted in complete extinction of fish in that stream. Studies on benthic macroinvertebrate fauna in both Wisielka streams were continued in 1989 and 1991, having been partly supported by the Dolomite Mine at Bytom. Results of those studies, which have not been published until now, are included in the present publication.

The promising results of water neutralization in an acidified stream using dolomite gravel in the Świętokrzyski National Park (Wróbel, Szczęsny 1990) inspired the present study. This study focused on water neutralization in the Czarna Wisielka in the hope that the same method could be used for the successful restitution of brown trout population. The main aim of the studies of benthic fauna in both streams was to recognize and document changes in stream biota as caused by acidification and subsequent neutralization of the Czarna Wisielka with dolomite. Research performed in 1993–1994 was supported by CSR grant No 6P205 040 04.

Dr Małgorzata Kłonowska-Olejnik from the Jagiellonian University identified the mayfly larvae collected in the studied streams. The author would like to express his gratitude to her.

2. Study area

The Czarna Wisetka (Fig. 1), with its right tributary, the Biała Wisetka, are the head-streams of the Vistula River, the largest river in Poland. The streams are situated in the north-western part of the West Carpathian Mountains and drain down the western slopes of Mt. Barania Góra. (1220 m a.s.l. – the highest elevation of the Beskid Śląski range). The steep slopes of these ridges are covered by spruce forest, while in lower altitudes by a mixture of beech and spruce. Other areas at a medium altitude and of a lower gradient are cultivated.

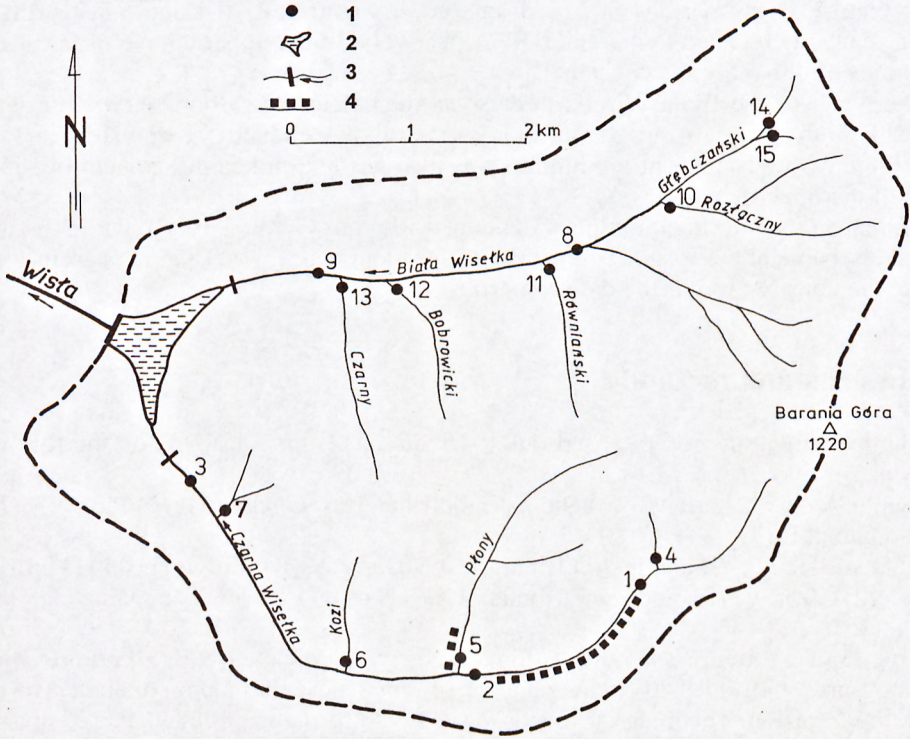


Fig. 1. Catchments of the Czarna Wisetka and Biała Wisetka: 1 – stations, 2 – Wisła Czarne reservoir, 3 – stage fall, 4 – dolomiting zone.

Ryc. 1. Dorzecze Czarnej Wisetki i Białej Wisetki: 1 – stanowiska, 2 – zbiornik Wisła Czarne, 3 – stopień wodny, 4 – strefa dolomitowania.

The geological substratum of the drainage areas is composed of sedimentary rock – the Carpathian Flysch (mainly Lower Istebna beds). The main stream of Biała Wisetka flows along the Upper and Lower Godula beds. On the beds in the Czarna Wisetka drainage area formed oligotrophic podsol and podsollic soils, which are habitats for *Abieti-Piceetum montanum* and *Plagiothecio-Piceetum tatricum* associations. In the Biała Wisetka drainage area, mesotrophic-eutrophic and mesotrophic brown and acidic-brown soils (habitats for plant associations *Dentario glandulosae-Fagetum*) and aeruginous soil (habitats for *Luzulo-Fagetum*) were formed. Generally, the soils in the Czarna Wisetka drainage area were of a greater acidity (Maciaszek, Zwydak 1998).

The Czarna Wisetka, 9.6 km long, flows generally westwards, draining onto the south-western slopes of Mt. Barania Góra. Its spring is situated at 1150 m a.s.l. The Biała Wisetka, 6.6 km in length, flows westwards and drains onto the north-western slopes of the mountain. Its spring is situated at 1100 m a.s.l. The streams' confluence was at an altitude of 530 m. However, after the Wisła-Czarne dam reservoir construction, their courses ended at 545 m (Punzet 1998, Olszamowski 1995).

Chemically, the waters of the streams differ distinctly. The water of the Czarna Wisetka was acidic and represented a calcium-sulfate type with a high concentration of hydrogen, aluminium and iron ions. The pH value was consistently below 7. In the middle and lower course during periods of low discharge, it was usually 6.4 and 6.8. During the spring thaw, pH receded to 4.7 and 5.8, respectively. In the upper course of the stream, pH values of 4.0–5.5 were constant.

The water of the Biała Wisetka represents the calcium-bicarbonate type but with a relatively high content of sulfates and a low electrolytic conductivity <100 mS/cm (Wróbel 1998). A low content of aluminium was also present, indicating an acidification of some of the upper tributaries.

The mean annual precipitation was about 1400 mm (Wróbel 1998), while the mean annual discharge of the Vistula below the streams' confluence was 0.825 m³/s, as measured before the construction of the dam reservoir.

3. Material and methods

The investigations were carried out at 15 stations (Fig. 1, Tab. 1) on the following streams:

- Czarna Wisetka (stations 1–3) and its right tributaries: unnamed A (4) Płony (5), Kozi (6), unnamed B (7);
- Biała Wisetka (8–9) and its left tributaries: Rozłączny (10), Równiański (11), Bobrowicki (12), Czarny (13), and right tributary Głębczański (14) with its unnamed left tributary C (15).

Five replicate bottom samples (5 dm² each) were collected with a bottom sampler (square frame with sides 20 cm long and a net with a mesh 300 mm in diameter) on each sampling occasion. The material was preserved with formalin. Altogether, 225 quantitative samples were taken from 1988–1994. The sampling dates are given in Table 2. The dolomite was deposited in the stream beds on 4 September 1993.

4. Results

In 225 samples collected at 15 stations, 40,908 individuals, belonging to 12 orders, were found (Tabs 3, 4, 6, 7). Insects, and particularly *Plecoptera* and *Diptera* were the most abundant invertebrate groups. Mayflies (*Ephemeroptera*) and caddis flies (*Trichoptera*), and, in addition to the insects, oligochaetes (*Oligochaeta*) were also numerous. Representatives of the four groups: molluscs (*Mollusca*), amphipods (*Amphipoda*), seed shrimps (*Ostracoda*) and *Megaloptera* were found only in samples collected in the watershed of one of the Wisetka streams, while leeches (*Hirudinea*) were not encountered in any of the streams studied although they are permanent inhabitants of other Beskid streams.

Table 1. Characteristics of sampling sites on the Czarna Wisetka and Biała Wisetka streams and their effluents

Tabela 1. Charakterystyka stanowisk w dorzeczu Czarnej Wisetki i Białej Wisetki

No Nr	Stream Potok	Altitude Wy- sokość npm. m	Max. stream width Szer- okość koryta maks. m	Mean depth of stream Głęb- okość średnia cm	Max. current veloci- ty Maks. prę- d- kość prze- plywu m/s	Main component of substratum Główny składnik podłoża	Immediate surrounding of stream bed Bezpośrednie otoczenie koryta potoku
1	Czarna Wisetka	885	3.5	20	0.8	rock, big stones skała, kamienie duże	meadow, coniferous forest łąka, las iglasty
2	Czarna Wisetka	740	5	25	1	rock, big stones skała, kamienie duże	coniferous forest las iglasty
3	Czarna Wisetka	560	8	25–30	1.2	boulders głazy	willows, coniferous forest wierzby, las iglasty
4	unnamed A bez nazwy A	930	1.5	10	0.6	medium stones kamienie średnie	coniferous forest las iglasty
5	Płony	740	3	10–20	0.8	big stones kamienie duże	coniferous forest las iglasty
6	Kozi	680	2.5	10–20	0.8	big stones kamienie duże	willows, coniferous forest wierzby, las iglasty
7	unnamed B bez nazwy B	600	1	10–15	0.7	medium stones kamienie średnie	meadow, coniferous forest łąka, las iglasty
8	Biała Wisetka	700	5	15–25	1.2	rock, big stones skała, kamienie duże	mixed forest las mieszany
9	Biała Wisetka	575	9	20–35	1.4	boulders głazy	coniferous forest las iglasty
10	Rozłączny	730	2	10–20	0.8	rock, big stones skała, kamienie duże	mixed forest las mieszany
11	Równiański	670	2.5	15–25	0.8	big stones kamienie duże	mixed forest las mieszany
12	Bobrowicki	610	3	10–20	1	big stones kamienie duże	mixed forest las mieszany
13	Czarny	585	2.5	15–25	1.2	big stones kamienie duże	mixed forest las mieszany
14	Głębczański	850	1.5	10–15	0.9	rock, medium stones skała, kamienie średnie	coniferous forest las iglasty
15	unnamed C bez nazwy C	850	1.5	10–15	1	big stones kamienie duże	coniferous forest

Table 2. Dates of sampling

Tabela 2. Terminy poboru prób

No Nr	Stream Potok	1988		1989	1991		1993				1994		
		21 VI	31 VIII	20 VI	8 VII	21 VIII	27 V	28 VI	3 IX	18 X	6 V	17 V	7 XI
1	Czarna Wiselka			+			+	+	+	+	+		+
2	Czarna Wiselka	+	+	+			+	+	+	+	+		+
3	Czarna Wiselka	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
4	unnamed (bez nazwy) A			+									
5	Płony			+									
6	Kozi			+									
7	unnamed (bez nazwy) B			+									
8	Biała Wiselka			+									
9	Biała Wiselka	+	+	+	+	+		+					+
10	Rozłączny			+									
11	Równiański			+									
12	Bobrowicki			+									
13	Czarny			+									
14	Głębczański			+									
15	unnamed (bez nazwy) C			+									

Table 3. Percentage shares of invertebrate groups in the Czarna Wiselka benthos

Tabela 3. Udział procentowy grup bezkręgowców w bentosie Czarnej Wiselki

Taxonomic groups Grupy taksonomiczne	Stations – Stanowiska		
	1	2	3
<i>OLIGOCHAETA</i>	6.8	11.9	18.0
<i>HYDRACARINA</i>		0.1	0.4
<i>EPHEMEROPTERA</i>		4.3	10.0
<i>PLECOPTERA</i>	62.6	56.0	34.0
<i>COLEOPTERA</i>	0.1	0.6	0.5
<i>MEGALOPTERA</i>	0.2	0.1	0.1
<i>TRICHOPTERA</i>	4.9	4.3	11.5
<i>DIPTERA</i>	25.5	22.6	25.5
Number of individuals/m ² Liczba osobników/m ²	4,257	3,291	2,076

4.1. The Czarna Wiselka

An overall number of 21,465 individuals were found in 144 samples collected in the mainstream during 1988–1994. Thirty samples were taken from the section where dolomite was applied, containing 4,613 individuals.

The collected invertebrates belonged to 8 orders (Tabs 3, 4). Most of the individuals found were insects (88.8%), and among them are stoneflies (55%) and representatives of *Diptera* order (22%). Oligochaetes were moderately abundant (11.1%), while caddis flies and mayflies were the less common.

No molluscs, leeches, amphipods and ostracods were encountered. Representatives of *Tricladida* were found only in one of the tributaries.

4.1.1. Density

Numbers of invertebrates in the Czarna Wiselka stream bottom ranged from 270 to 9,556 individuals/m² (Tab. 3). The lowest invertebrate abundances (270 and 284) were noted in the lower stretch of the stream (site 3). These results were the lowest obtained from almost all collection dates, thereby causing a low mean of 2,076 individuals/m². The average number of animals (mean of numerous samples) collected in the middle course (site 2) of the stream was half as high, while in the upper stretch (site 1), it was twice as much as compared with the lower stretch. Evident regularity could be noticed in the density of bottom populations. Invertebrate abundance reached its highest value in the upper course of the stream (this section characterized by the highest level of acidification) and decreased downstream. It should be emphasized here that numbers of individuals populating the stream bottom in the upper and middle course were similar, whereas considerable differences were noted in the lower course. Extreme values at both upper stations differed by 5.8-fold and 3.8-fold, respectively, while at the lower station, as high as 16.6-fold. Those values suggest the stronger influence of certain factors on the biocecosis in the lower course of the stream.

4.1.2. Downstream distribution of invertebrates

Stonefly larvae, belonging mainly to *Leuctridae* and *Nemuridae* families, were of the most abundant groups in the Czarna Wiselka. Their domination was shown at all stations in a percentage share of individuals in the fauna populating the stream bottom. However, the highest values were noted in its upper course (station 1), averaging 2,664 individuals/m² (mean) which corresponded to 62.6% of the total fauna. Their abundance decreased downstream to 706 individuals/m² (34%) (Tabs 3, 4).

A decrease in invertebrate abundance downstream was observed in the two most abundant families: *Leuctridae* and *Nemuridae*; a drop in the number of the former was regular while that of the latter was minor in the middle course only to become abrupt in the lower one. The abundance of the remaining (scanty) families: *Perlidae*, *Perlodidae* and *Chloroperlidae*, demonstrated an opposite tendency.

A decrease in stonefly abundance was accompanied by a drop in numbers of *Diptera* (mainly the dominating family *Chironomidae* and, to a lesser degree, *Empididae*), as well as oligochaetes of *Enchytreidae* and insects of *Megaloptera*. In spite of a decrease in the absolute abundance of *Diptera* downstream, their percentage share in fauna remained unchanged, equalling 25.5% (Tabs 3, 4).

Table 4. Benthic invertebrates in the Czarna Wiselka; mean density (N) of bottom population (m²) and domination (%) at the studied stations.Tabela 4. Bezkręgowce bentosowe Czarnej Wiselki; średnia gęstość (N) zasiedlenia dna (m²) i dominacja (%) na stanowiskach.

Stations Stanowiska	1		2		3	
Altitude Wysokość npm. m	885		740		560	
	N	%	N	%	N	%
<i>OLIGOCHAETA</i>	288.0		390.4		373.6	
<i>Naididae</i>	17.2		264.0		309.2	
<i>Lumbriculidae</i>	22.8		12.4		6.8	
<i>Enchytreidae</i>	246.4		114.4		58.0	
<i>HYDRACARINA</i>			2.4		8.0	
<i>EPHEMEROPTERA</i>			142.4	100	208.0	100
<i>Baetis lutheri</i> Müll.-Lieb			56.4	39.7	91.2	43.8
<i>Baetis rhodani</i> Pict.			44.0	30.9	74.8	36.0
<i>Baetis vardarensis</i> Ikonomov			2.4	1.7		
<i>Baetis vernus</i> Curt.			9.2	6.6	1.6	0.8
<i>Baetis</i> spp. juv.			1.6	1.2	28.8	13.8
<i>Epeorus sylvicola</i> Pict.					1.2	0.6
<i>Rhithrogena iridina</i> Kol.					2.0	1.0
<i>Ecdyonurus venosus</i> F.					4.4	2.1
<i>Heptagenidae</i> n. det. juv.					0.8	0.4
<i>Habrophlebia</i> sp. juv.					0.4	0.2
<i>PLECOPTERA</i>	2,663.6		1,844.4		705.6	
<i>Nemouridae</i>	845.2		802.8		248.0	
<i>Leuctridae</i>	1,817.6		1,012.4		418.0	
<i>Perlidae+Perlodidae</i>			25.6		30.0	
<i>Chloroperlidae</i>			3.6		10.8	
<i>COLEOPTERA</i>	4.4		21.2		9.6	
<i>MEGALOPTERA</i>	6.8		3.6		1.6	
<i>TRICHOPTERA</i>	209.2	100	141.8	100	238.0	100
<i>Pseudopsilopteryx zimmeri</i> (McL.)	27.6	13.3	0.9	0.6		
<i>Psilopteryx psorosa</i> (Kol.)	12.4	5.9	2.2	1.6		
<i>Plectrocnemia conspersa</i> (Curt.)	39.6	18.9	27.1	19.1	11.2	4.7
<i>Rhyacophila philopotamoides</i> McL.	8.4	4.0	6.7	4.7	1.2	0.5
<i>Rhyacophila fasciata</i> Hag.	1.6	0.9	7.6	5.4	4.0	1.7
<i>Rhyacophila polonica</i> McL.	0.4	0.2	3.1	2.2	1.2	0.5
<i>Rhyacophila vulgaris</i> Pict.	0.4	0.2	0.4	0.3	0.4	0.2

Table 4 cont.

	1		2		3	
<i>Beraea pullata</i> (Curt.)			0.4	0.3		
<i>Sericostoma personatum</i> (Sp.)			7.6	5.4	0.4	0.2
<i>Rhyacophila obliterated</i> McL.			1.8	1.3	0.4	0.2
<i>Rhyacophila tristis</i> Pict.			0.9	0.6	0.8	0.3
<i>Hydropsyche saxonica</i> McL.			14.2	10.0	22.0	9.2
<i>Glossosoma conformis</i> Neb.			1.3	0.9	2.0	0.8
<i>Potamophylax cingulatus depilis</i> Sz.			0.4	0.3	2.4	1.0
<i>Rhyacophila nubila</i> Zett.			0.4	0.3	5.2	2.2
<i>Sericostoma flavicorne</i> Schn.					6.0	2.5
<i>Hydropsyche instabilis</i> (Curt.)					4.0	1.7
<i>Philopotamus ludificatus</i> McL.					2.0	0.8
<i>Hydropsyche pellucidula</i> (Curt.)					2.0	0.8
<i>Philopotamus variegatus</i> (Scop.)					1.2	0.5
<i>Rhyacophila mocsaryi</i> Klap.					0.8	0.3
<i>Potamophylax luctuosus</i> Pill.					0.8	0.3
<i>Wormaldia occipitalis</i> (Pict.)					0.4	0.2
<i>Hydropsyche fulvipes</i> (Curt.)					0.4	0.2
<i>Odontocerum albicorne</i> (Scop.)					0.4	0.2
<i>Polycentropus flavomaculatus</i> Pict.					0.4	0.2
<i>Drusus discolor</i> (Ramb.)					0.4	0.2
<i>Athripsodes</i> sp.					0.4	0.2
<i>Rhyacophila</i> spp. juv.	4.4	2.3	10.7	7.5	16.4	6.9
<i>Philopotamus</i> spp. juv.			0.4	0.3	0.8	0.3
<i>Hydropsyche</i> spp. juv.			48.0	33.9	104.4	43.9
<i>Drusinae</i> n. det. juv.			1.3	0.9	10.8	4.5
<i>Chaetopterygini</i> n. det. juv.	113.6	54.3	4.0	2.8	6.8	2.9
<i>Sericostoma</i> spp. juv.			2.2	1.6	29.6	12.4
DIPTERA	1,083.6		744.8		529.2	
<i>Limoniidae</i>	30.4		29.2		20.0	
<i>Dixidae</i>					0.4	
<i>Simuliidae</i>	30.4		16.0		93.6	
<i>Chironomidae</i>	961.2		680.0		397.2	
<i>Ceratopogonidae</i>			3.2		4.0	
<i>Empididae</i>	62.4		16.0		5.6	
<i>Athericidae</i>	0.4		0.4		8.0	
Total :	4,257		3,291		2,076	
Min. - max.:	1,644–9,556		1,120–6,912		270–5,120	

4.1.3. Qualitative analysis of the chosen taxa

Only mayfly and caddis fly larvae collected in the Czarna Wiselka were identified to rank of species. This was due to the exceptional knowledge of the taxonomy, ecology and the distribution in the Carpathian streams. The taxa belonging to the most numerous orders in the Carpathian watercourses and data regarding their distribution provides thorough information on the ecological character of the studied stream. Those insects can also be indicators of anthropogenic influences on water environments.

Caddis flies *Trichoptera*

Species composition. Both the number of individuals and the number of species of caddis flies in the studied stream were higher than those of the mayflies. They occurred throughout the whole course of the stream and in all its tributaries. Their abundance (mean of all collection dates) at all stations ranged from 142–238 individuals/m² (extreme values equalling 12–860).

Among the 1,413 individuals collected in the mainstream, 28 taxa were identified (Tab. 3), of which 5 were found throughout the entire course, 9 at two sites (stations 1–2 or 2–3) and 14 at one station. Larvae of 7 species were found in the upper stretch of the stream. All of these species were also present in the middle course and most of them (5), in the lower one as well. The larvae of 15 species lived in the middle stretch. Only one of them (*Beraea pullata*) was found exclusively in this section. On the other hand, out of 25 species encountered in the lower course, as many as 13 species (>50%) lived only in this section.

The larvae of *Plectrocnemia conspersa* were the most common and abundant throughout the entire stream, whereas those of *Rhyacophila philopotamoides*, *R. fasciata*, *R. polonica* and *R. vulgaris* were less numerous.

Larvae of *Chaetopterygini* prevailed in the upper course of the stream, constituting 73% of all individuals. Overgrown larvae, i.e. those where identification to species was possible belonged to: *Pseudopsilopteryx zimmeri* and *Psilopteryx psorosa bohemosaxonica* (constituting together 19% of the individuals). The remaining 54% were juvenile larvae belonging probably to the same taxa. In the middle and lower course, the following invertebrates prevailed: forms of *Hydropsychidae* (*Hydropsyche* – 44% at station 2 and 56% at 3, mainly *H. saxonica*), *P. conspersa*, *Rhyacophila* and *Sericostoma*.

The domination pattern of certain forms downstream (Tab. 3) provided for the distinction of two sections characterised by similar caddis fly fauna: the upper section (station 1) and the middle-lower section (stations 2–3). Forms dominating in the upper section belonged to community D, having developed in the vicinity of the springs and in the upper (forested) stretches of streams flowing down the steep slopes of Beskidy Zachodnie Mountains (Szcęsny 1986). Species dominating in the middle-lower section of Czarna Wiselka resembled community E, populating the middle courses of Beskid streams.

Species composition of the communities populating the Czarna Wiselka differed significantly from those discovered in other Beskid streams. Some particularly striking phenomena were: the low number of species (especially at the station 1), the simplified species composition and the distinct domination (in terms of percentage share) within the group. Above all, the total absence of the larvae of the genera: *Agapetus*, *Synagapetus*, *Glossosoma*, *Drusus*, *Ecclisopteryx*, *Apatania* and others could be noticed.

The guilds. Four guilds, i.e. functional feeding groups according to Cummins' (1973) classification, can be distinguished among caddis fly larvae inhabiting the Czarna Wiselka: shredders, predators, scrapers and filterers (Tab. 5). The group of filterers may be divided into the subgroups: predatory larvae (*Polycentropodidae*), omnivorous (*Hydropsychidae*) and microfilterers (*Philopotamidae*). The stream, in its entire course, was populated mainly by shredders and predators, and, when the type of ingested food was concerned, by: detritivores, omnivores and carnivores.

Table 5. Percentage share of the guilds of caddis fly (*Trichoptera*) larvae along the Czarna Wiselka
Tabela 5. Udział procentowy funkcjonalnych grup pokarmowych larw chruścików (*Trichoptera*) w Czarnej Wisielce

Guilds Funkcjonalne grupy pokarmowe	Stations Stanowiska		
	1	2	3
Schredders Rozdrabniacze	73.4	12.5	19.3
Predators Drapieżcy	7.3	22.6	12.9
Scrapers Zdrapywacze		1.9	5.7
Filterers – Carnivores Filtratorzy – mięsożercy	18.9	19.1	4.9
Filterers – omnivores Filtratorzy – wszystkożercy		43.9	55.8
Microfilterers – omnivores Mikrofiltratorzy – wszystkożercy		0.3	1.8
Number of individuals/m ² Liczba osobników/m ²	209*	142**	238***

* mean of 7 samples (średnia z 7 prób);

** mean of 9 samples (średnia z 9 prób);

*** mean of 11 samples (średnia z 11 prób).

In the upper stretch (station 1) lived the larvae of the two guilds: shredders, i.e. detritivores (*Chaetopterygini*) and predators (*P. conspersa*, net-spinning filtrator and *Rhyacophila*). This section of the stream was completely devoid of scrapers, i.e. algae-eaters, as well as omnivorous filterers and microfilterers. In the middle and lower sections, omnivorous filterers of *Hydropsyche* prevailed, however, algae-eaters and microfilterers occurred as well, although in negligible quantities.

The species composition of caddis fly guilds in the Czarna Wiselka differed markedly from the ones commonly occurring in the Beskidy Zachodnie Mountains streams. For example, in the Gorce streams, in community D at an altitude of 750–1100 m, the larvae of predators and scrapers (algae-eaters) dominated while in the stretches where community E develops (at 650–750 m), algae-eaters, predators and filterers prevailed (Szczęsny 1987). The percentage shares of the aforementioned groups were more equalized in the latter streams.

Mayfly fauna in the Czarna Wiselka was poor. They were not found at all in the upper stretch of the stream, i.e. at an altitude of 885 m and above (Tab. 3). They were occasionally discovered in samples collected in the middle and lower courses, but only in certain seasons (usually at the end of summer and in autumn). They were more frequently encountered in the lower course (station 3); typically, however, in a low number of individuals. Their abundance increased twice, in 1988 and 1993, and they also appeared in the middle course (station 2). The highest abundance noted before dolomite application was 800 individuals/m² at station 2 at the end of June 1993.

Nine species were identified among 892 larvae collected in the Czarna Wiselka. They belonged to 3 families: *Baetidae* (only *Baetis* genus), *Heptageniidae* and *Leptophlebiidae*; the representatives of the latter two were encountered exclusively in the lower course of the stream. In both stretches, two species quantitatively dominated: *Baetis lutheri* and *B. rhodani*, whereas *B. alpinus* reached considerable levels in the middle course. Percentage shares of *Heptageniidae* and *Leptophlebiidae* at site 3 were minute and did not exceed 5% of all mayflies.

The streams situated in the Beskidy Zachodnie Mountains at an altitude of 500–800 m were populated by an abundant mayfly community, which Sowa (1975) distinguished as „community of zone 2b”, containing the following characteristic species: *Rhithrogena iridina*, *Baetis alpinus*, *Ecdyonurus venosus*, *R. hybrida*, with the total number of species ranging from 6 to 20.

Streams at an altitude of 500 m and below, populated by the „community of zone 3”, were characterized by the following species: *Baetis rhodani*, *B. lutheri*, *B. muticus* and *B. scambus*, and also *Rhithrogena ferruginea* and *Habroleptoides modesta*; the number of species usually ranging from 20 to 27.

Species prevailing in the Czarna Wiselka are characteristic of „community of zone 3” (Sowa 1975), developing at a lower altitude, with *Baetis rhodani* and *B. lutheri* as dominants.

Mayfly fauna in the Czarna Wiselka, the Biała Wiselka, and the Vistula (downstream of the Malinka tributary) were studied in 1936 and 1938 by Mikulski (1950). Samples were collected in July and August at nine stations. The sources were in the upper and middle courses of the stream, at altitudes ranging from 1140 to 700 m. Thirteen taxa were determined: 3 of *Baetidae* [*Baetis rhodani*, *B. alpinus* (= *carpathica* Morton), *B. sp.* (probably *vernus*)], 6 of *Heptageniidae*, one of each: *Ephemerellidae* and *Caenidae* and 2 of *Leptophlebiidae*. At an altitude higher than 1000 m, 11 species were encountered. At altitudes ranging from 1000–750 m, 10 species were discovered and below 750 m, 7. The nymphae of *B. rhodani* were the most abundant along the stream and *Heptageniidae* were only found in the upper course.

Mikulski's data (1950) was not entirely precise since quantitative results are missing and some species identifications seem doubtful. Taking into consideration the progress in the taxonomy of some genera, especially that of *Baetis*, it is probable that the number of species populating the Czarna Wiselka was higher and could exceed 20. However, the mayfly fauna in the upper course of the stream was abundant and diversified 50 years ago, whereas they have now completely vanished.

4.1.4. Invertebrate fauna after dolomite application

Six weeks after dolomite application (after September 8, 1993), an abundance of fauna increased at stations 2 and 3 by 70% and 40%, respectively, while it dropped by approximately 15% at station 1, where dolomite was not used (Fig. 2). At both former

stations, the abundance of stoneflies increased. Oligochaetes (of the family *Naididae*) and flies (of *Chironomidae*) both increased at station 2, while mayflies (*Baetis*) and caddis flies only moderately (*Hydropsyche saxonica*) increased at station 3.

In the spring of the following year (May), after snowmelt runoff, the poor benthic fauna was observed. It did not differ very much from the average results noted in the spring seasons. Mayflies completely vanished while *Chironomidae* remained, but in low numbers. Only caddis flies were relatively numerous at station 3.

Fourteen months after dolomite application (November 1994) mayflies were found only in the lower stretch of the stream, while lacking in the middle part. However, at that time, the nymphae represented mainly the family *Heptageniidae* which had not been observed there before. Furthermore, the caddis fly larvae of 6 species (e.g. the *Hydropsyche saxonica* and juvenile *Drusiinae* - algaevores) were observed. These had not been found at those stations before. The fact clearly indicates the qualitative changes in the composition of the fauna.

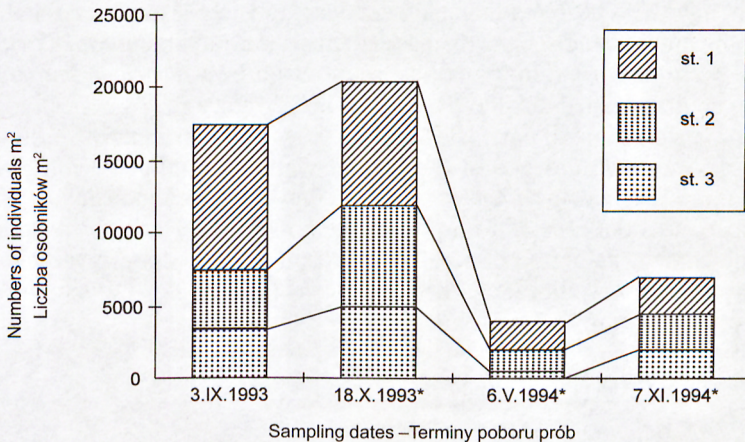


Fig. 2. Macroinvertebrates of the Czarna Wiselka: st. 1 – station 1, st. 2 – station 2, st. 3 – station 3; * – after dolomite application on September 4, 1993.

Ryc. 2. Makrobezkręgowce Czarnej Wiselki: st. 1 – stanowisko 1, st. 2 – stanowisko 2, st. 3 – stanowisko 3; * – po zastosowaniu dolomitu – 4.09.1993.

4.1.5. Tributaries of the Czarna Wiselka

Altogether, 2,102 invertebrates were collected in four tributaries of the Czarna Wiselka on June 21, 1989. Similarly, in the mainstream, stoneflies, caddis flies and oligochaetes were the dominating groups (Tab. 6). Among the organisms sensitive to acidification, only the mayflies of three species (*Baetis alpinus* being the most numerous) were found in samples collected in unnamed stream B flowing into the Czarna Wiselka at an altitude of 600 m. Representatives of *Tricladida* order were found in this tributary, in addition to the highest number of caddis fly species and the highest number of individuals of *Protonemura*. This data shows a positive correlation with the pH values noted during sample collection.

However, no leaches, molluscs and crustaceans were observed, indicating persistently acidic water pH in tributaries.

4.2. The Biała Wisetka

Invertebrate material contained in 70 samples collected in the Biała Wisetka and its tributaries consisted of 17,341 individuals; 40 samples were collected in the mainstream containing 12,272 individuals, while the remainder were derived from the tributaries. The collected invertebrates belonged to 11 orders (Tabs 7, 8). Insects (93,6%), mainly stoneflies and dipterans, accompanied by mayflies and caddis flies, were of the most abundant groups.

4.2.1. General characterization

The percentage shares of insect groups in the benthos of particular stations were as follows. Stoneflies prevailed at all stations (except the lower section of the Biała Wisetka), and in as many as five instances their percentage share exceeded 50% of the whole benthic fauna (Tab. 7). Mayflies occurred at all stations too, except in the upper part of Głębczański stream. Molluscs and amphipods were found in the lower course of Biała Wisetka and in the two of its tributaries. In the lower section of the mainstream there were snails *Ancylus flaviatilis* and amphipods *Gammarus fossarum*; in tributaries, snails *Bythinella austriaca* and amphipods *Niphargus* sp. It should be noted that the *Bythinella* shells were soft.

Stonefly abundance seems to correlate negatively with the number of individuals of dipterans. The maximum abundance of the former was observed at stations where the number of dipterans reached their lowest values (Tab. 7). Similar regularities can be noticed with regard to stoneflies and mayflies. These phenomena were correlated with water pH recorded during samples collection. At low pH values, stonefly abundance was high while the number of mayflies and representatives of flies was low, whereas at a very low pH, mayflies were completely missing.

4.2.2. Qualitative analysis of the chosen groups

Mayflies Ephemeroptera

Altogether, 2,914 individuals were collected which belonged to 21 species (Tab. 8). Diverse mayfly abundances were noted at various stations – they ranged from 116 individuals/m² (6.5% of fauna) to 1,300 individuals/m² (30.3%). The number of species at those stations was diverse, ranging from 1 to 18, while in the upper section of the Głębczański stream, mayflies were non-existent. Both in the mainstream and in all tributaries studied, *Baetis alpinus* was the dominating species. At stations located in higher altitudes, it was the only species, whereas, at lower locations, it was accompanied by several species, the most abundant being: *B. rhodani*, *B. muticus*, *B. scambus*, *Epeorus sylvicola* and *Rhithrogena iridina*, and in the lower section of the Biała Wisetka by *Torleya major*. *Baetis lutheri*, the most abundant mayfly species in the middle and lower part of the Czarna Wisetka, was completely absent at these locations.

A comparison of the list of species occurring in the Biała Wisetka with those found in other streams in the Beskidy Mountains (Sowa 1975) suggests that the stream is populated by a community of zone 2b, except for the lower section on the mainstream where a community of zone 3 develops.

Mikulski (1950), who studied the Biała Wisetka in 1936 and 1938, identified 14 taxa. In each of the ten stations studied at that time (situated at altitudes ranging from 600 to 1030 m in accordance with the map attached to that article) in the right-bank tributary, the Rozłączny

Table 6. Benthic invertebrates collected in the Czarna Wiselka tributaries on 21 June 1989

Tabela 6. Bezkręgowce bentosowe zebrane w dopływach Czarnej Wiselki w dniu 21.06.1989

Tributaries Dopływy	Unnamed A Bez nazwy A		Płony		Kozi		Unnamed B Bez nazwy B	
Altitude Wysokość npm. m	930		740		680		600	
pH	4.5		4.9		6.0		6.2	
	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>TRICLADIDA</i>							0.3	
<i>Dugesia gonocephala</i> (Duges)							3	
<i>OLIGOCHAETA</i>	9.1		14.2					
<i>Naididae</i>			10		2		14	
<i>Lumbriculidae</i>							2	
<i>Enchytreidae</i>	35		62		22		11	
<i>EPHEMEROPTERA</i>							2.8	
<i>Baetis alpinus</i> Pict.							14	
<i>Baetis</i> spp.juv.							5	
<i>Ecdyonurus venosus</i> F.							3	
<i>Habrophlebia lauta</i> Etn.							6	
<i>PLECOPTERA</i>	64.5		75.9		82.7		84.2	
<i>Amphinemura</i> spp.	20		49		1		7	
<i>Nemoura</i> spp.	20		2		3			
<i>Nemurella picteti</i> Klap.	25		4					
<i>Protonemura</i> spp.	2		19		18		100	
<i>Leuctra</i> spp.	180		310		165		740	
<i>Diura bicaudata</i> L.			1				2	
<i>COLEOPTERA</i>					0.4		2.1	
<i>MEGALOPTERA</i>	0.5		0.4				0.2	
<i>Sialis fuliginosa</i> Pict.	2		2				2	
<i>TRICHOPTERA</i>	15.4		4.3		2.7		5.0	
<i>Rhyacophila philopotamoides</i> McL.	4		4		3		14	
<i>Rhyacophila polonica</i> McL.	2		3				1	
<i>Rhyacophila</i> spp.juv.			4				1	
<i>Wormaldia occipitalis</i> (Pict.)							17	
<i>Philopotamus ludificatus</i> McL.			1					
<i>Plectrocnemia conspersa</i> (Curt.)	14		8		3		6	
<i>Psilopteryx psorosa</i> (Kol.)	24							
<i>Pseudopsilopteryx zimmeri</i> (McL.)	15		2				1	
<i>Potamophylax cingulatus depilis</i> Sz.							1	
<i>Sericostoma personatum</i> (Sp.)							8	
<i>Odontocerum albicorne</i> (Scop.)							1	
<i>DIPTERA</i>	10.4		5.1		3.5		2.8	
<i>Limoniidae</i>	4		3		5		3	
<i>Chironomidae</i>	25		20		3		24	
<i>Ceratopogonidae</i>	1							
<i>Empididae</i>	10		3					
<i>Athericidae</i>							1	
Number of individuals collected Liczba osobników zebranych	383		507		225		987	
Number of individuals/m ² Liczba osobników/m ²	1,532		2,028		900		3,948	

Table 7. Percentage shares of invertebrate groups in benthos of the Biała Wisłka (8, 9) and its tributaries (10–15)

Tabela 7. Udział procentowy grup bezkręgowców w bentosie Białej Wisłki (8,9) i jej dopływów (10–15)

Stations Stanowiska	14	15	10	8	11	12	13	9
Altitude Wysokość npm. m	850	850	730	700	670	610	585	575
pH	4.4	6.0	6.0	6.0	6.1	6.2	6.1	6.2
<i>TRICLADIDA</i>	0,3	1,5	0,1	0,7	0,6	0,4	0	0,03
<i>MOLLUSCA</i>	0	2	0	0	0,1	0	0	0.12
<i>OLIGOCHAETA</i>	9,6	0,7	4,5	6,5	2	5	1	3.03
<i>HYDRACARINA</i>	0	0,1	0	0	0	0	0	2.6
<i>AMPHIPODA</i>	0	0,2	0,1	0	0	0	0	0.03
<i>OSTRACODA</i>	0	0,2	0	0	0,1	0	0	1.02
<i>EPHEMEROPTERA</i>	0	30,3	8,9	6,5	13,9	16,8	24,9	17.7
<i>PLECOPTERA</i>	62,2	55,6	77	56,9	52,9	33,8	40	9.1
<i>COLEOPTERA</i>	0	1,3	3	3,8	4,2	3,3	3	2,5
<i>TRICHOPTERA</i>	1,7	3,3	3,6	6,7	6,4	8,6	6,8	22.1
<i>DIPTERA</i>	26,1	4,8	2,9	19	19,6	32,1	24,2	41.9
Number of individuals/m ² Liczba osobników/m ²	3,936	4,284	3,316	1,792	2,732	3,644	2,364	6,754*

* mean of 7 samples (średnia z 7 prób).

stream, and in the Biała Wisłka (beginning from an altitude of 700 m downwards), 5–10 species were discovered, while in the Rozłączny stream 5–9 species were encountered. Currently, only one mayfly species (*B. alpinus*) has been found in the lower section of Rozłączny stream.

Caddis flies *Trichoptera*

On the whole, 2,883 larvae and pupae, belonging to 37 species, were collected in the area under examination. These animals occurred at each studied section of the stream. Their abundances reached the lowest level at higher altitudes and increased downstream. In the upper parts of the streams, 68–120 larvae/m² were collected, which were representative of 5–7 species, while at lower locations, 164–312 larvae/m² of 10–11 species were discovered. In the lower course of Biała Wisłka, 364–1,080 caddis flies of 18 species occurred (Tab. 8).

Caddis fly fauna found in the lower section of the Biała Wisłka was distinctive with regard to qualitative composition and abundance of certain forms. The following species dominated in the upper part of the stream: *Rhyacophila philopotamoides*, *Plectrocnemia conspersa*, *Drusus annulatus*, *D. discolor*; while in the lower part: *Hydropsyche* (mainly *H. instabilis*), *Glossosoma conformis*, *Micrasema minimum*, *Allogamus auricollis*. Spe-

Table 8. Benthic invertebrates of the Biała Wiselka (8, 9) and its tributaries (10–15); number of individuals collected (N), domination (%) in the chosen groups at the lower stretch of the Biała Wiselka (9) only.

Tabela 8. Bezkręgowce bentosowe Białej Wiselki (8, 9) i jej dopływów (10–15); liczba osobników zebranych (N), oraz dominacja (%) w grupach wybranych tylko dla dolnego odcinka Białej Wiselki (9).

Stations Stanowiska	14	15	10	8	11	12	13	9	
Altitude Wysokość npm. m	850	850	730	700	670	610	585	575	
Min. pH	4.4	6.0	6.0	6.0	6.1	6.2	6.1	6.6	
	N	N	N	N	N	N	N	N	%
TRICLADIDA									
<i>Dugesia gonocephala</i> (Duges)	3				4	4		3	
<i>Crenobia alpina</i> (Dana)		16	1	3					
MOLLUSCA									
<i>Bythinella austriaca</i> Frau.		21			1				
<i>Ancylus fluviatilis</i> Muller							1	14	
OLIGOCHAETA									
<i>Nais</i> spp.	3	1	20	9	1	6		173	
<i>Tubifex tubifex</i> (Muell.)								74	
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> Clap.								1	
<i>Stylogrilus heringianus</i> Clap.	66	2	11	15	3	32	6	24	
<i>Lumbriculidae</i> n. det.						3		1	
<i>Haplotaxis gordioides</i> (Hart)		2	1		3				
<i>Propappus volki</i> Mich.				3	6	5		76	
<i>Cernosvitoviella</i> sp.	13								
<i>Enchytreidae</i> n. det.	13	3	5	2	1			9	
<i>HYDRACARINA</i> n. det.		1						305	
AMPHIPODA									
<i>Gammarus fossarum</i> Koch.								3	
<i>Niphargus</i> sp.		2	1						
<i>OSTRACODA</i> n. det.		2			1			120	
EPHEMEROPTERA									
<i>Ameletus inopinatus</i> Etn.					2		1	2091	100
<i>Baetis alpinus</i> Pict.		324	74	21	42	68	73	484	23.1
<i>Baetis muticus</i> L.					1	30	38	88	4.2
<i>Baetis rhodani</i> Pict.				1	19	2	1	297	14.2
<i>Baetis scambus</i> Etn.				1	7	1	3	20	1.0
<i>Baetis vardarensis</i> Ikon.								1	0.04
<i>Baetis vernus</i> Curt.					5			3	0.14
<i>Baetis</i> spp. juv.				1	8			643	30.8
<i>Epeorus sylvicola</i> Pict.				1	2	2	12	210	10.0
<i>Rhithrogena iridina</i> Kol.				1	8	44	7	71	3.4
<i>Ecdyonurus submontanus</i> Landa							1		
<i>Ecdyonurus venosus</i> F.				2			5	52	2.5
<i>Ecdyonurus</i> spp. juv.				1				63	3.0
<i>Electrogena lateralis</i> (Curt.)					1	1		17	0.8

Table 8 cont.

	14	15	10	8	11	12	13	9	
<i>Ephemerella ignita</i> (Poda)								34	1.6
<i>Torleya major</i> (Klap.)								47	2.2
<i>Caenis pseudorivulorum</i> Keff.								9	0.4
<i>Caenis rivulorum</i> Etn.								6	0.3
<i>Habroleptoides modesta</i> (Hag.)								4	0.2
<i>Paraleptophlebia cincta</i> Retz.						4	4	27	1.3
<i>Paraleptophlebia wernerii</i> Ulm.						1	2		
<i>Habrophlebia lauta</i> Etn.								16	0.8
<i>Habrophlebia</i> sp. juv.		1							
PLECOPTERA									
<i>Amphinemura</i> spp.	60	36	139	8	5	20	9	131	
<i>Nemoura</i> spp.	15		1	1			1	30	
<i>Nemurella picteti</i> Klap.	8								
<i>Protonemura</i> spp.	74	51	269	65	133	111	79	89	
<i>Leuctra</i> spp.	450	493	216	178	220	170	143	736	
<i>Chloroperlidae</i> n.det.								10	
<i>Diura bicaudata</i> L.	5	16	13	3	3	6	4	12	
<i>Dinocras cephalotes</i> Curt.						1		14	
<i>Dinocras megacephala</i> (Klap.)								3	
<i>Perla burmeisteriana</i> Cl.								6	
<i>Perlidae</i> + <i>Perlodidae</i> juv.								41	
COLEOPTERA		14	24	17	29	30	18	292	
TRICHOPTERA								2609	100
<i>Rhyacophila fasciata</i> Hag.						1			
<i>Rhyacophila glareosa</i> McL.				1					
<i>Rhyacophila mocsaryi</i> Klap.						1	1	31	1.2
<i>Rhyacophila nubila</i> Zett.								13	0.5
<i>Rhyacophila obliterata</i> McL.		2	1	1	16	12	1	19	0.7
<i>Rhyacophila philopotamoides</i> McL.	9	12	5	3	4	3	1	1	0.04
<i>Rhyacophila polonica</i> McL.				1	1	3	4		
<i>Rhyacophila tristis</i> Pict.			3	4	3	5	4	82	3.1
<i>Rhyacophila vulgaris</i> Pict.			1			1		18	0.7
<i>Rhyacophila</i> spp. juv.		6	15	18	2	3	7	96	3.7
<i>Glossosoma conformis</i> Neb.					1			371	14.2
<i>Agapetus ochripes</i> Curt.								20	0.8
<i>Wormaldia occipitalis</i> (Pict.)	1			1			2		
<i>Philopotamus ludificatus</i> McL.							8	10	0.4
<i>Plectrocnemia conspersa</i> (Curt.)	6	7	2	1				5	0.2
<i>Polycentropus flavomaculatus</i> (Pict.)								1	0.04
<i>Hydropsyche instabilis</i> (Curt.)						42	3	144	5.5
<i>Hydropsyche pellucidula</i> (Curt.)								11	0.4
<i>Hydropsyche saxonica</i> McLach.								3	0.1
<i>Hydropsyche</i> spp.juv.								1151	44.1
<i>Micrasema minimum</i> McL.								296	11.3
<i>Brachycentrus montanus</i> Klap.								4	0.2
<i>Lithax niger</i> Hag.		1							
<i>Silo pallipes</i> (Fabr.)					3		8	14	0.5

Table 8 cont.

	14	15	10	8	11	12	13	9
<i>Silo piceus</i> (Brau.)								1 0.04
<i>Crunoetia irrorata</i> (Curt.)		2						1 0.04
<i>Ecclisopteryx dalecarlica</i> (Kol.)								28 1.1
<i>Ecclisopteryx madida</i> (McL.)					1	1		7 0.3
<i>Drusus annulatus</i> (Steph.)		4			1			
<i>Drusus discolor</i> (Ramb.)					5	2		5 0.2
<i>Chaetopteryx fusca</i> Brauer								76 2.9
<i>Chaetopterygopsis maclachlani</i> St.								3 0.1
<i>Psilopteryx psorosa</i> (Kol.)	1	1	3		1			9 0.3
<i>Pseudopsilopteryx zimmeri</i> (McL.)					3			
<i>Chaetopterygini</i> n. det. juv.								3 0.1
<i>Potamophylax luctuosus</i> (Pil.)								8 0.3
<i>Allogamus auricollis</i> (Pict.)								79 3.0
<i>Allogamus uncatu</i> s (Brau.)								1 0.04
<i>Sericostoma personatum</i> (Sp.)					3	4		96 3.7
<i>Odontocerum albicorne</i> (Scop.)							1	2 0.1
DIPTERA								
<i>Blepharoceridae</i>								6
<i>Limoniidae</i>	5	3	1	9	6	7	5	72
<i>Psychodidae</i>								1
<i>Dixidae</i>					1	1	1	
<i>Simuliidae</i>	7	4		4	3	8	16	488
<i>Chironomidae</i>	240	41	16	65	110	250	115	4,335
<i>Ceratopogonidae</i>		3				11		2
<i>Empididae</i>	5		2		14	14	5	40
<i>Athericidae</i>			5	7		1	1	13
Number of individuals/m ²								
Liczba osobników/m ²	3,940	4,280	3,320	1,790	2,730	3,640	2,360	6,754

cies of the former group are constituents of caddis fly communities populating streams in the Tatra Mountains (e.g. *D. annulatus*, *D. discolor*; community B) or the uppermost stretches of streams in the Beskidy Zachodnie Mountains, i.e. communities C and D (Szczyński 1986). Species of the latter group were included in communities E and F of the middle and lower course.

Caddis flies were studied in the Biała Wisetka in 1979 as well (Szczyński 1986). At that time, they were abundant only in the middle and lower course of the stream while in the upper section they were scarce. At an altitude of 800 m, as few as 37 larvae belonging to 4 species were collected; at 1000 m, just 5 larvae of 2 species; at 900 m, no representatives of caddis flies were found.

5. Conclusions

The invertebrate fauna inhabiting drainage nets of both Wisetka streams were represented by 12 orders. Most of the individuals collected belonged to insects, and their percentage share ranged from 82% to 99%. Stoneflies, flies, mayflies, and caddis flies

were the most abundant insect groups. A prevalence of stoneflies in terms of their number was apparent at all sections of the studied streams, except for the lower course of the Biała Wisetka, specifically, at 14 out of the 15 studied stations. In 11 separate events, their predominance exceeded 50% of all macroinvertebrates. This phenomenon seems to be characteristic of acidified streams. The same situation was found in acidified streams in the Łysogóry Mountains (Szczęsny 1990).

Previously published papers regarding studies on benthic fauna in streams in the Beskid Mountains (Sowa 1965, Szczęsny 1974, Kownacki 1982), and in the Tatra Mountains (Kownacka, Kownacki 1965, Kownacka 1971, Kownacki 1977) suggested that representatives of *Diptera* order, most frequently of *Chironomidae* and *Simuliidae* families predominated, while stoneflies were apparently less numerous.

The acidification of the catchments of both streams has been confirmed by a complete absence of leeches and an almost total lack of molluscs and crustaceans. Molluscs (*Bythinella austriaca*) collected in two tributaries of the Biała Wisetka had soft shells, indicating decalcification of organisms living at a low pH. Shells of molluscs collected in the lower course of this stream (*Ancylus fluviatilis*) had normal (firm) shells. Crustaceans were found only in the Biała Wisetka watershed, and then, only individuals of *Niphargus* sp., which prefer underground waters containing a low content of carbonates, as occurring in the tributaries. In the lower part of the mainstream, *Gammarus fossarum* appeared, however, at low number. It should be emphasised that leeches and particularly amphipods are typical components of benthic fauna in the Beskid streams. The amphipods were frequently encountered in very high numbers (Sowa 1965).

Acidification also results in a reduction in the numbers of mayfly and caddis fly species. This phenomenon was observed at stations where pH was low. At the stations with very low pH values, mayflies completely vanished, as was the case in the uppermost sections of the streams. Mayflies were not found at 4 out of the 15 stations in both catchments, and only periodically, at two others. A reduced number of species in both groups was ascertained in most of the studied sections.

Acidification of the Biała Wisetka catchment was less pronounced than that of the Czarna Wisetka. Only the upper sections of the streams showed strong acidification. In the middle parts, acidification is moderate and in the lower course of the mainstream it is inconsiderable – the water pH does not drop below 6, as can be inferred from the presence of amphipods (*Gammarus fossarum*) (Brehm, Meijering 1982, Matthias 1983).

The Czarna Wisetka catchment is acidified to a much greater degree. In the upper parts of the stream acidification is strong and permanent. No invertebrates sensitive to acidification, molluscs, crustaceans, mayflies (Okland, Okland 1986) and many other taxa, were found in those sections. The middle and lower course undergoes frequent acidification and it is often as strong as in the upper section, thereby leading to a reduction of fauna abundance and a disappearance of sensitive invertebrates. Most probably, the decrease in invertebrate abundance had been caused by a drift of animals weakened by a toxic environment which was augmented by a high flow. It could be seen at station 3 in the Czarna Wisetka where the lowest abundance, as well as the highest differences between extremes and the lowest average had all been determined. These phenomena occurred throughout the entire year after heavy rainfalls. However, the critical moment is snow melting, when almost always

the fauna is deteriorated along the whole stream. This is a reason why in spring (May), mayflies rarely were encountered in the Czarna Wisielka. Only once, in 1993, mayflies were recorded in fauna collected at station 3, thereby indicating atypical processes of snowmelt runoff at that time.

Contrary to the mainstream, some of the tributaries (e.g. unnamed B), did not undergo strong acidification. Sensitive groups, though not all, may survive there throughout the entire year. Drifting representatives of those communities, which populate the mainstream may explain the quick appearance of mayflies after each deterioration throughout the year.

In general, the neutralization of acidic water by dolomite gravel only slightly improved ecological conditions in the stream. High flow rates after snow melting and heavy rainfall resulted in critical moments when, as earlier, the amount of fauna was considerably reduced.

On the basis of the species lists of mayflies and caddis flies found in the studied streams, it may be concluded that Wisielka watersheds are inhabited by two communities of those insects. Streams situated at an altitude higher than 600 m are populated by mayflies of zone 2b, only in the Biała Wisielka (Sowa 1975) and zone D of caddis flies (Szczyński 1986), while the lower courses of the Biała Wisielka and the Czarna Wisielka are inhabited by mayflies of zone 3 and caddis flies of zone E. However, communities populating the lower courses of both streams differ considerably, in terms of both number of species and domination structure. This may be an indication of the substantial dissimilarity of the ecological character of those streams resulting not only from water chemistry but chiefly from their differences in hydrology.

References

- BREHM J., MEJERING M. P. D. 1982. Zur Säure-Empfindlichkeit ausgewählter Süßwasser-Krebse (*Daphnia* und *Gammarus*, Crustacea). Arch. Hydrobiol. 95: 17–27.
- CUMMINS K. W. 1973. Trophic relations in aquatic insects. An. Rev. Entom. 18: 183–206.
- KOWNACKA M., KOWNACKI A. 1965. The bottom fauna of the river Białka and of its Tatra tributaries the Rybi Potok and potok Roztoka. Limnol. Invest. in Tatra Mts and Dunajec River Basin. Kom. Zagosp. Ziem Górsk. PAN 11: 129–151.
- KOWNACKA M. 1971. The bottom fauna of the stream Sucha Woda (High Tatra Mts) in the annual cycle. Acta Hydrobiol. 13: 415–438.
- KOWNACKI A. 1977. Biocenosis of a high mountain stream under the influence of tourism. 4. The bottom fauna of the stream Rybi Potok (the High Tatra Mts). Acta Hydrobiol. 19: 293–312.
- KOWNACKI A. 1983. Stream ecosystems in mountain grassland (West Carpathians). 8. Benthic invertebrates. Acta Hydrobiol. 24: 357–365.
- MACIASZEK W., ZWYDAK M. 1998. Soils in the Czarna Wisielka and Biała Wisielka catchments. In: S. Wróbel (Ed.). Environmental degradation of the Czarna Wisielka and Biała Wisielka catchments, Western Carpathians. Studia Naturae 44: 27–51.
- MATTHIAS U. 1983. Der Einfluss der Vasauerung auf die Zusammensetzung von Bergbachbiozosen. Arch. Hydrobiol. Suppl. 65: 407–483.
- MIKULSKI J. 1950. Fauna jętek (*Ephemeroptera*) źródłowych potoków Wisły [Fauna of mayflies (*Ephemeroptera*) in spring torrents of Vistula]. Studia nad florą i fauną Beskidu Śląskiego. Nakł. PAU, Kraków, s. 41–164.
- OKLAND J., OKLAND K. A. 1986. The effects of acid deposition on benthic animals in lakes and streams. Experientia 42: 471–486.
- OLSZAMOWSKI Z. 1995. Zbiornik zaporowy Wisła-Czarne. W: S. Wróbel (Ed.). Zakwaszenie Czarnej Wisielki i eutrofizacja zbiornika zaporowego Wisła-Czarne. Centr. Inf. Nauk., Kraków, s. 23–26.

- PUNZET J. 1998. The Vistula headwaters. In: S. Wróbel (Ed.). Environmental degradation of the Czarna Wisielka and Biała Wisielka catchments, Western Carpathians. *Studia Naturae* 44: 9–17.
- SOWA R. 1965. Ecological characteristics of the bottom fauna of the Wielka Puszcza stream. *Acta Hydrobiol.* 7, Suppl. 1: 61–92.
- SOWA R. 1975. Ecology and biogeography of mayflies *Ephemeroptera* of running waters in the Polish part of the Carpathians. 1. Distribution and quantitative analysis. *Acta Hydrobiol.* 17: 223–297.
- SZCZĘSNY B. 1986. Caddis flies (*Trichoptera*) of running waters in the Polish North Carpathians. *Acta Zool. Cracov.* 29: 501–586.
- SZCZĘSNY B. 1987. Ecological characteristics of caddis-flies (*Trichoptera*) of streams in the Gorce Mts (Southern Poland). *Acta Hydrobiol.* 29: 429–442.
- SZCZĘSNY B. 1989. Wpływ zakwaszenia na zbiorowiska organizmów wodnych. W: S. Wróbel (Ed.). Zanieczyszczenie atmosfery a degradacja wód. Materiały Sympozjum, Kraków, 14–15 listopada 1989, s. 111–121.
- SZCZĘSNY B. 1990. Benthic macroinvertebrates in acidified streams of the Świętokrzyski National Park (Central Poland). *Acta Hydrobiol.* 32: 156–169.
- WRÓBEL S. 1998. Chemical composition of water in the Czarna Wisielka and Biała Wisielka streams and the Wisła-Czarne dam reservoir. In: S. Wróbel (Ed.). Environmental degradation of the Czarna Wisielka and Biała Wisielka catchments, Western Carpathians. *Studia Naturae* 44: 81–99.
- WRÓBEL S., SZCZĘSNY B. 1990. Zakwaszenie wód w Polsce i próby ich neutralizacji. W: Z. Kajak (Ed.). Funkcjonowanie ekosystemów wodnych i ich ochrona i rekultywacja. Cz.II. Wyd. SGGW-AR, Warszawa, 50: 194–206.
- WRÓBEL S., WÓJCIK D. 1989. Zakwaszenie wód w Świętokrzyskim Parku Narodowym i w rezerwacie przyrody na Baraniej Górze. W: S. Wróbel (Ed.). Zanieczyszczenie atmosfery a degradacja wód. Materiały Sympozjum, Kraków, 14–15 listopada 1989, s. 77–83.

Streszczenie

Od połowy lat 80-tych prowadzono badania hydrochemiczne (Wróbel, Wójcik 1989) i hydrobiologiczne (Szczęsny 1989) nad zakwaszeniem środowiska wodnego w dorzeczu Białej i Czarnej Wisielki. Skutkiem zakwaszenia było ogólne zubożenie fauny bezkręgowców bentosowych, a także całkowity zanik ryb, w tym pstrąga potokowego *Salmo trutta* m. *fario*, dla ochrony którego utworzono w 1958 r. rezerwat przyrody obejmujący Czarną i Białą Wisielkę.

W 1993 r. podjęto próbę neutralizacji kwaśnej wody Czarnej Wisielki za pomocą dolomitowania. Gruz dolomitowy umieszczono 4.09.1993 r. w korycie tego potoku w jego środkowym biegu w przedziale wysokości 740–880 m n.p.m. oraz w przyujściowym odcinku potoku Płonego, prawobrzeżnego dopływu Czarnej Wisielki.

Niniejsza publikacja obejmuje wyniki całości badań nad bezkręgowcami bentosowymi obu Wisielek, jakie prowadzono w latach 1988–1994, tj. zarówno przed jak i po zastosowaniu dolomitu.

Wisielki (Ryc. 1) odwadniają zachodnie stoki Baraniej Góry (1220 m n.p.m.), najwyższego wzniesienia w masywie Beskidu Śląskiego. Strome stoki garbów tego masywu są pokryte lasem świerkowym, z domieszką buka w dolnych partiach.

Podłoże geologiczne zlewni zbudowane jest ze skał osadowych, tj. fliszu karpackiego, głównie z warstw dolnych istebniańskich i warstw godulskich. Na podłożu tym w zlewni Czarnej Wisielki wykształciły się gleby oligotroficzne bielice i zbielicowane, a w zlewni Białej Wisielki mezotroficzno-eutroficzne i mezotroficzne gleby brunatne i kwaśne brunatne oraz rdzawe. Ogólnie, gleby zlewni Czarnej Wisielki są bardziej zakwaszone niż Białej Wisielki (Maciaszek, Zwydak 1998).

Źródła Czarnej Wisielki, która odwadnia południowo-zachodnie skłony Baraniej Góry usytuowane są na wysokości 1150 m n.p.m., a jej pierwotna długość, przed spiętrzeniem zaporą w miejscowości Wisła-Czarne, wynosiła 9,6 km. Źródła Białej Wisielki, która odwadnia północno-zachodnie skłony Baraniej Góry usytuowane są na wysokości 1100 m, a jej pierwotna długość wynosiła 6,6 km. Potoki zlewały się dawniej na wysokości 530 m, obecnie uchodzą do zbiornika zaporowego na wysokości 545 m (Punzet 1998, Olszamowski 1995).

Woda Czarnej Wisłki była kwaśna i reprezentowała typ siarczanowo-wapniowy o znacznym stężeniu jonów wodorowych, glinu i żelaza, a pH wody utrzymywało się zawsze poniżej 7. W środkowym i dolnym biegach przy niskich stanach wody pH zwykle wynosiło odpowiednio 6,4 i 6,8, a podczas roztopów odpowiednio 4,7 i 5,8. W górnym biegu potoku pH utrzymywało się stale w zakresie 4,0–5,5.

Woda Białej Wisłki przedstawiała typ dwuwęglanowo-wapniowy, ale ze znaczną zawartością siarczanów, przy względnie niskim przewodnictwie elektrolitycznym <100 mS/cm. Obecność glinu w wodzie utrzymywała się stale, co wskazuje na zakwaszenie wysoko położonych odcinków potoku lub jego dopływów (Wróbel 1998).

Roczny opad atmosferyczny wynosi około 1400 mm (Wróbel 1998), a średni roczny przepływ Wisły poniżej połączenia się Wisłek – $0,825$ m³/s.

Badania przeprowadzono na 15 stanowiskach (Ryc. 1, Tab. 1). Materiał pozyskiwano według ogólnie przyjętej w tego typu badaniach metodyki, pobierając czepakiem dennym (rama kwadratowa o boku 20 cm) każdorazowo na stanowisku po 5 prób ilościowych z powierzchni dna około 5 dm² każda, w 11 różnych terminach (Tab. 2). Zebrano około 41 tys. bezkręgowców bentosowych przynależnych do 12 rzędów (Tab. 3, 4, 7, 8).

Czarna Wisłka

Bezkręgowce zasiedlające Czarną Wisłkę składały się w 89% z owadów, przede wszystkim widelnic (55%) i muchówek (22%); mniej liczne były skąposzczety oraz chruściki i jętki (Tab. 3, 4). Nie znaleziono w ogóle: mięczaków, pijawek, obunogów i małżoraczków. Wypławki *Tricladida* natomiast napotkano tylko w jednym z dopływów (Tab. 6).

W górnym odcinku Czarnej Wisłki (stanowisko 1) liczba osobników (średnia z poborów) przypadająca na jednostkę powierzchni dna potoku była najwyższa i malała z biegiem potoku; w stosunku do górnego odcinka, w środkowym odcinku (stanowisko 2) było ich o połowę mniej, a w dolnym biegu (stanowisko 3), aż dwukrotnie mniej.

Odmienne przedstawiała się różnorodność gatunkowa, najniższa w górnym, tj. najbardziej zakwaszonym odcinku Czarnej Wisłki (także w większości badanych dopływów), zaś najwyższa w dolnym. Obok licznie dominujących widelnic (z rodzajów *Leuctra* i *Nemoura*) w górnym biegu znaleziono tylko 7 gatunków chruścików, podczas gdy w środkowym było ich 15, a w dolnym aż 25. Jętek w górnym odcinku nie znaleziono w ogóle, w środkowym było ich 5, zaś w dolnym 8.

Układ dominacji taksonów chruścików z biegiem potoku (Tab. 4) pozwala wydzielić dwa odcinki o podobnej faunie chruścików: odcinek górny (st.1) i odcinek środkowo-dolny (st. 2–3). Formy dominujące w górnym odcinku potoku wchodzi w skład zgrupowania D rozwijającego się w przyźródłowych i górnych (leśnych) odcinkach potoków zachodniobeskidzkich (Szczęsny 1986). Natomiast zestaw gatunków dominujących na odcinku środkowo-dolnym Czarnej Wisłki przypomina zgrupowanie E zamieszkujące środkowy bieg potoków beskidzkich.

Zestawy gatunków chruścików, jakie stwierdzono w Czarnej Wisłce, różnią się znacznie od typowych zgrupowań, jakie spotyka się w większości potoków beskidzkich. Szczególnie uderzającym zjawiskiem jest mniejsza liczba reprezentowanych wyższych jednostek taksonomicznych, mała liczba gatunków, wydatnie zaznaczona dominacja procentowa niewielu gatunków.

Fauna chruścików górnego odcinka Czarnej Wisłki, w aspekcie funkcjonalno-pokarmowym posiada bardzo uproszczony skład; tworzą ją tylko dwie grupy: rozdrabniacze, tj. detritusożercy (*Chaetopterygini*) i drapieźcy (*P. conspersa* – filtrator stawiający sieci i *Rhyacophila*). W odcinkach środkowym i dolnym fauna chruścików zdominowana jest licznie przez filtratorów wszystkożernych z rodzaju *Hydropsyche* (Tab. 5). Skład fauny chruścików Czarnej Wisłki w aspekcie funkcjonalno-pokarmowym odbiega więc od przeciętnego dla potoków beskidzkich. W górnych odcinkach, gdzie rozwija się zgrupowanie D, zwykle dominują licznie larwy z grup drapieźców i zdrapywaczy, tj. glonożerców. W tych odcinkach zaś gdzie rozwija się zgrupowanie E, przewagę

procentowa uzyskują grupy: glonożerców, drapieżców i filtratorów (Szczęsny 1987). Przede wszystkim jednak udział grup wyróżnianych na poszczególnych odcinkach w tamtych potokach bywa bardziej wyrównany niż w Czarnej Wisielce.

Jętki znajdowano, w niewielkiej liczbie okazów, tylko w próbach ze środkowego i dolnego biegu, przeważnie pod koniec lata i jesienią. Liczebnie na obu odcinkach dominowały dwa gatunki: *Baetis lutheri* i *B. rhodani*; w odcinku środkowym dość znaczny udział posiadał też *B. alpinus*. Zestaw gatunków dominujących w Czarnej Wisielce wskazywałby na zgrupowanie 3 (Sowa 1975), które jednakże w potokach beskidzkich rozwija się niżej (<500 m npm.).

Fauna jętek Czarnej Wisielki (także Białej Wisielki i Wisły po ujście potoku Malinka) była badana w latach 1936 i 1938 przez Mikulskiego (1950), który zidentyfikował wówczas 13 taksonów: 3 z rodziny *Baetidae* [*Baetis rhodani*, *B. alpinus* (= *carpathica* Morton), *B. sp.* (prawdopodobnie *vernus*)], 6 z *Heptageniidae*, po 1 z *Ephemerellidae* i *Caenidae* oraz 2 z *Leptophlebiidae*. Powyżej 1000 m npm. żyło 11 gatunków, 10 w przedziale wysokości 1000–750 m i 7 poniżej 750 m. W górnym biegu dość liczne były *Heptageniidae*, a gatunkiem dominującym na całym odcinku badanym był *B. rhodani*. Fauna jętek w górnym odcinku potoku 50 lat temu była więc liczna i zróżnicowana, podczas gdy obecnie brak jej zupełnie.

Bezkręgowce Czarnej Wisielki po zastosowaniu dolomitu

Po 6 tygodniach od zastosowania dolomitu wzrosła liczebność fauny na stanowiskach 2 i 3 odpowiednio o 70 i 40%, gdy tymczasem na stanowisku 1, gdzie nie zastosowano dolomitu, spadła o około 15% (Ryc. 2). Wzrosła na obu stanowiskach przede wszystkim liczebność widelnic, na stanowisku 2 ponadto skąposzczetów z rodziny *Naididae* i muchówek z rodziny *Chironomidae*, a na stanowisku 3 tylko jętek z rodzaju *Baetis* i w umiarkowanym stopniu chruścików (*Hydropsyche saxonica*).

Wiosną (maj) następnego roku, po zejściu wód roztopowych, skład jakościowy fauny i jej liczebność w zasadzie nie odbiegały od notowań z lat poprzednich; liczebność była bardzo niska, ustąpiły całkowicie jętki, zachowały się w niewielkich ilościach *Chironomidae*. Względnie liczne były jedynie chruściki na stanowisku 3.

Użycie dolomitu dla zubożenia kwaśnej wody tylko w nieznacznym stopniu poprawiło warunki ekologiczne w potoku. Krytycznymi momentami w dalszym ciągu pozostają wezbrania spowodowane tajaniem śniegu i większymi opadami deszczu, w czasie których następuje, jak dawniej, znaczne wyniszczenie fauny.

Biała Wisielka

W Białej Wisielce (z wyjątkiem dolnego odcinka) i jej dopływach najliczniejszą grupą były widelnice, a ich udział na ogół przekraczał 50% całości bentofauny (Tab. 7). Drugą co do liczebności grupą były muchówki *Diptera* (głównie ochotkowate *Chironomidae*). Liczebność widelnic wyraźnie ujemnie korelowała z liczebnością muchówek; maksymalne wartości dla widelnic obserwowano na ogół tam, gdzie liczebność muchówek była najniższa. Podobną prawidłowość, tj. korelację ujemną, daje się zauważyć także w odniesieniu do widelnic i jętek. Zjawiska powyższe z kolei wyraźnie wiążą się z odczynem wody zanotowanym podczas poboru prób; przy niskich wartościach pH liczebność widelnic była wysoka, a muchówek i jętek niska, zaś przy bardzo niskim pH, np. w potoku Głębczańskim, jętek brak zupełnie.

Zwierząt wrażliwych na zakwaszenie było tu więcej niż w dorzeczu Czarnej Wisielki. Jętki żyły na wszystkich stanowiskach z wyjątkiem górnego odcinka potoku Głębczańskiego. Mięczaki *Mollusca* i obunogi *Amphipoda* stwierdzono w dolnym odcinku Białej Wisielki i w dwóch jej dopływach; w dolnym odcinku potoku głównego były to: ślimak przytulik strumieniowy *Ancylus fluviatilis* i kielz *Gammarus fossarum*, natomiast w dopływach – źródłarka *Bythinella austriaca* i studniczek *Niphargus*.

Jętek zebrano w dorzeczu Białej Wiselki stosunkowo dużo – 21 gatunków (Tab. 8). Liczba taksonów na stanowiskach była zmienna, od 1 do 18, a w górnym odcinku potoku Głębczańskiego nie było ich w ogóle. Zarówno w potoku głównym jak i we wszystkich badanych dopływach gatunkiem dominującym liczebnie był *Baetis alpinus*. W wyżej położonych odcinkach potoków był to jedyny gatunek jętki. Nie znaleziono tu w ogóle *Baetis lutheri*, który był najliczniejszym gatunkiem jętki w środkowym i dolnym odcinku Czarnej Wiselki.

Porównanie listy gatunków zestawionej dla Białej Wiselki z listami gatunków tworzących określone zgrupowania zasiedlające potoki beskidzkie (Sowa 1975) prowadzi do wniosku, że badane potoki zasiedla zgrupowanie strefy 2b z wyjątkiem dolnego odcinka potoku głównego, gdzie rozwija się zgrupowanie strefy 3.

Mikulski (1950), badając Białą Wiselkę w latach 1936 i 1938, zestawił listę 14 taksonów jętek. Na każdym z 10-ciu badanych przez niego wówczas stanowisk (wyznaczone one były, jak wynika z załączonej mapy, na prawobrzeżnym dopływie – potoku Rozłącznym – począwszy od źródeł i na Białej Wiselce od 700 m w dół) w zakresie wysokości 1030–600 m n.p.m. żyło od 5 do 10 gatunków; w potoku Rozłącznym 5–9. Obecnie w dolnym odcinku potoku Rozłącznego stwierdzono tylko 1 gatunek jętki (*B. alpinus*).

W zebranych materiale oznaczono 37 gatunków larw i poczwerek chruścików. Owady te występowały w każdym z badanych odcinków potoków, ale liczby stwierdzonych gatunków i ich liczebność były najniższe w odcinkach wyżej położonych i zwiększały się wraz ze spadkiem wysokości (Tab. 8).

Fauna chruścików dolnego odcinka Białej Wiselki wyraźnie różniła się od fauny wyżej położonych odcinków zarówno składem jakościowym jak i liczebnością poszczególnych taksonów. W wyżej położonych odcinkach gatunkami dominującymi liczebnie były: *Rhyacophila philopotamoides*, *Plectrocnemia conspersa*, *Drusus annulatus*, *D. discolor*; w dolnym odcinku natomiast: *Hydropsyche* (głównie *H. instabilis*), *Glossosoma conformis*, *Micrasema minimum*, *Allogamus auricollis*. Gatunki pierwszej z tych grup wchodziły w skład zgrupowań chruścików zasiedlających potoki tatrzańskie (np. *D. annulatus*, *D. discolor* – zgrupowanie B) lub najwyżżej położone odcinki potoków beskidzkich, tj. zgr. C i D (Szczęsny 1986). Gatunki drugiej grupy wchodziły w skład zgrupowań E i F (środkowego i dolnego biegu potoków beskidzkich).

Podsumowanie

Najpospolitszymi wodnymi zwierzętami bezkręgowymi zasiedlającymi dno potoków dorzeczy Wiselki są owady z rzędu widelnic. Przewaga liczebna widelnic jest cechą charakterystyczną potoków zakwaszonych. Podobną sytuację stwierdzono w zakwaszonych potokach Świętokrzyskiego Parku Narodowego (Szczęsny 1991). Mimo że owady te występują pospolicie i licznie, ich różnorodność gatunkowa jest niewielka; składają się na nią głównie rodzaje *Leuctra*, *Nemoura* i *Nemurella picteti* Klap.; łączna liczba gatunków nie przekracza 10.

W górnych odcinkach potoków głównych i w wielu dopływach, zwierząt wrażliwych na zakwaszenie (mięczaków, kielży, jętek, pijawek) nie znaleziono. Liczba gatunków zwierząt zamieszkujących te odcinki potoków jest zredukowana proporcjonalnie do stężenia jonów wodorowych. Brak zwierząt wrażliwych oznacza, że potok stale lub przez większą część roku prowadzi wodę zakwaszoną.

Dorzecze Czarnej Wiselki zakwaszone jest w znacznie większym stopniu niż Białej Wiselki. W górnych odcinkach potoków zakwaszenie to jest silne i trwałe. W środkowym i dolnym biegu zakwaszenie jest zjawiskiem częstym i często bywa ono silne, nie mniejsze niż w górnym odcinku. Dochodzi wówczas do znacznej redukcji liczebności fauny i ustąpienia form wrażliwych na zakwaszenie. Redukcja liczebności fauny odbywa się najprawdopodobniej poprzez zwiększone znoszenie przez wodę zwierząt osłabionych przez toksyczne środowisko. Znoszenie to spotęgowane jest w dolnym biegu potoku większym przepływem podczas wezbrań. Zjawiska te zdarzają się w ciągu całego roku po większych opadach deszczu, ale krytycznym momentem jest okres

tajania śniegu. Wówczas niemal zawsze dochodzi do wyniszczenia fauny na całej długości potoku. Dlatego wiosną, tj. w maju, jętek w Czarnej Wiśle zwykle nie spotykano. Raz tylko, w 1993 r. spotkano jętki w maju na stanowisku 3, co może oznaczać, że spływ wód roztopowych w tym sezonie miał nietypowy przebieg.

W przeciwieństwie do potoku głównego, niektóre z jego dopływów, zwłaszcza te niżej położone, nie podlegają tak silnemu zakwaszeniu i formy wrażliwe, choć nie wszystkich grup, mogą w nich przetrwać przez cały rok. Osobniki z tych populacji poprzez dryft lub migrację form uskrzydłych (imagines) i złożenie jaj zasiedlają na powrót potok główny. Tym można tłumaczyć szybkie pojawianie się larw jętek w potoku po każdym ich wytruciu zdarzającym się w okresie całego roku.